

Untersuchungen über das neue Stopfgold
KARAT
und seine klinische Indikation

von
KLAUS WELLER

Mainz 1965



Aus der Konservierenden Abteilung (Leitung Prof. Dr. J. Kluczka)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz.

Untersuchungen über das neue Stopfgold
KARAT
und seine klinische Indikation

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde an der
Hohen Medizinischen Fakultät der Johannes-Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von
KLAUS WELLER
Zahnarzt aus Schwäbisch Hall

Mainz 1965

Dekan: Prof. Dr. G. Korting

Referent: Prof. Dr. Dr. P. Riethe

Korreferent: Prof. Dr. J. Kluczka

Meinen Eltern in Dankbarkeit

A. I. Vergleichende Betrachtungen über die Blattgoldfüllung und das neue Stopfgold "Karat".

Nach FREYBERGER, P. (1962) stellte die Blattgoldfüllung im vorigen Jahrhundert die meistgebrauchte Füllungsart dar und zeigte ein bisher unerreichtes Dauerergebnis.

Diese gehämmerten Füllungen sind bei Kavitäten der Klassen 1 - 5 nach BLACK, G. V. (1914) indiziert. Die Voraussetzung für das gute Gelingen einer Goldkloppfüllung ist die absolute Trockenlegung mittels Cofferdam. Es finden verschieden geformte Stopfer und Hämmer Typen Verwendung, die teils von Hand, teils maschinell betätigt werden.

Zeitgenössische Autoren sprechen von einer "nervenaufreibenden und mitunter zahnschädigenden Methode des Einhämmerns der Goldpellets", ja es ist sogar das Wort "barbarisch" im Zusammenhang mit diesem Verfahren gefallen (MÜNCH, F. C. 1962).

Trotzdem ist ein steigendes Interesse an der gehämmerten Goldfüllung zu verzeichnen, da das Fehlen der Zementfuge einen randdichten Abschluß herbeiführt und damit die Gefahr einer sekundären Karies auf ein Minimum reduziert.

Es lag nahe, ein Material zu suchen, das die Vorteile der Goldhämmerfüllung aufweist, jedoch in

seiner Technik einfacher zu verarbeiten ist.

Dies gelang, wenn auch mit stark eingeschränkter Indikation mit dem neuen Stopfgold "Karat", das von der englischen Firma Cottrell and Company, London, hergestellt und als "pure goldfilling" in den Handel gebracht wurde.

Das Material und die Verarbeitungstechnik unterscheidet sich von der früheren Goldhämmerfüllung.

Blattgold wurde in Folien gerollt oder zu Zylindern geformt als kohäsives oder als nonkohäsives Gold verarbeitet. Nonkohäsive Füllungen beruhen auf einer rein mechanischen Verkeilung der Goldzylinder in einer kastenförmigen Kavität. Auf diese Art von Gold soll hier nicht näher eingegangen werden, da "Karat" dem kohäsiven Golde zuzuordnen ist.

II. Der Mechanismus der kohäsiven Goldfüllung

R. ARTHUR entdeckte 1855 die Kohäsivität des Goldes rein zufällig, als eine Sendung Blattgold in verbackenem Zustand bei ihm ankam. Er erkannte die Bedeutung dieses Zufalls und führte die kohäsive Füllung in die Zahnheilkunde ein.

Von besonderer Bedeutung ist neben der chemischen und mechanischen Widerstandsfähigkeit und der hohen

Duktilität des Goldes seine außergewöhnliche Dehnbarkeit, seine Elastizität und die kalte Schweißbarkeit oder Kohäsionskraft (REBEL, H. H. 1947).

Diese zwei Faktoren bilden die wichtigste Voraussetzung für die Vereinigung getrennter größerer Teile reinen Goldes zu einem zusammenhängenden Stück (WALKHOFF, O. 1916).

Ebenso wichtig ist die Fähigkeit chemisch reinen Goldes, eine oxydfreie Oberfläche für längere Zeit beibehalten zu können.

Für die Kohäsion fehlt noch die möglichst innige Vereinigung der einzelnen Bestandteile. Diese Verschmelzung zu einem Körper wird durch rein mechanische Krafteinwirkung erreicht: Es findet eine Verschweißung in kaltem Zustande statt.

Das chemisch reine Gold ist das einzige Metall, das in kaltem Zustand schweißbar ist. Diese Eigenschaft geht verloren, sobald es durch irgend einen Umstand verunreinigt wird. Durch Erhitzen auf Rotglut wird die Schweißbarkeit des Goldes zurückgewonnen. Im Hinblick auf diese Füllungsmethode brauchte man Goldzylinder, die auf einem dafür konstruierten Ofen erwärmt und vorrätig gehalten wurden, um im Moment des Füllens die volle Kohäsionskraft zur Verfügung zu haben (WALKHOFF-HESS 1960).

B. I. Material und Methodik

"Karat" besteht aus Feingold-Körnchen von 24 Karat, die verschiedene Größen haben und rauh-bröcklig aussehen.

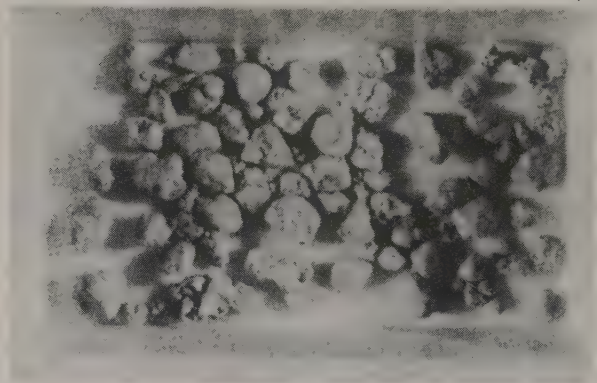


Abb. 1:
"Karat"-
Feingold-
körner.
Vergr.
1 : 5

Die "Karat"-Packung enthält ein Fläschchen mit Goldkörnern, ein Fläschchen mit Flüssigkeit und ein Schälchen, in das die Goldkörner beim Stopfen gelegt werden, um sie vor Verunreinigung zu schützen und dem Behandler eine bessere Übersicht bei der Aufnahme der Körner zu ermöglichen.

Die beigegebene Flüssigkeit dient nach Angabe des Herstellers nur dem einen Zweck, den Stopfer damit zu befeuchten, um dadurch das Goldkorn drucklos aus der Schale nehmen zu können. Die Flüssigkeit besteht nach Angaben des Herstellers aus destilliertem Wasser mit einem kleinen Zusatz an Phenol. Den gleichen Zweck erfüllen destilliertes

Wasser ohne Zusatz oder reiner Alkohol. Daher wird in neuerer Zeit "Karat" auch ohne Flüssigkeit geliefert.

Um gute Ergebnisse zu erhalten, wurden zwei Stopfer konstruiert, die stumpfwinklig abgebogen und an ihrem Ende gleichmäßig geriffelt sind. Die vier Stopferenden haben verschiedene Größen.



Abb. 2: Zwei geriffelte Stopferenden.

Vergr.: 1 : 25

Die Griffe der Instrumente zeigen eine Finger-
raste, die als Auflage für den Zeigefinger ge-
dacht ist, um eine genaue Dosierung des notwen-
digen Druckes zu ermöglichen.

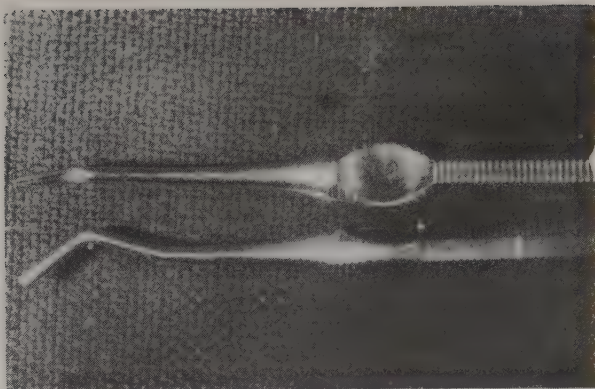


Abb. 3: Stopfinstrumente mit
Fingerraste

II. Die Präparation der Kavität

"Karat" kann nur für zentrale Kavitäten verwendet werden. Da die Füllung durch keinerlei klebend-adhäsiven Effekt in der Kavität gehalten wird, muß die Präparation besondere Beachtung finden.

Die kariösen Massen werden wie üblich exkaviert. Dann wird die Kavität untersichgehend gestaltet. Hierzu kann man einen umgekehrten Kegel oder einen gleich gestalteten Diamanten benutzen.

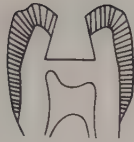


Abb. 4: Trapezförmige Kavitäten-
präparation

Die Präparation sollte erst *n a c h* der Unterfüllung ihre endgültige Form erhalten, da Unterschnitte, die vor der Unterfüllung angebracht werden, meist wieder durch Zement ausgefüllt werden. Die Kanten der Kavitätenwand werden leicht gebrochen, um ein gutes Anschmiegen des Metalls und somit ein Optimum an Randschluß zu erhalten.



Abb. 5: Kavität mit Unterschnitten
und Unterfüllung

Für die Unterschnitte kann ein kleiner umgekehrter Kegelbohrer, bei sehr kleinen Kavitäten auch ein Radbohrer verwendet werden.

Bei cervikalen Kavitäten ist darauf zu achten, daß der Boden der Kavität keine der labialen Fläche parallel gehende Rundung aufweist, sondern eben verläuft. Mit anderen Worten: Die Kavität darf sich nicht über eine Wölbung bzw. zwei Flächen erstrecken wie beispielsweise von labial nach distal, da in diesem Falle die Präparation nicht tief genug ausgeführt werden kann.

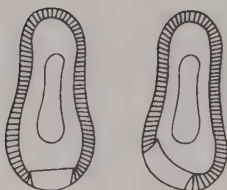


Abb. 6: Cervikale Kavität links richtig, rechts falsch präpariert

Unterfüllungen sind in jedem Falle indiziert, da "Karat" gut temperaturleitend ist und bei Temperaturänderungen im Munde zu pulpitischen Sensationen führen kann.

III. Das Legen der Füllung

Um zufriedenstellende Karatfüllungen zu erhalten, muß beim Stopfen des Goldes größte Sorgfalt angewendet werden.

Zunächst muß ein geeigneter Punkt zur Fixierung des ersten Karatkornes in der Kavität gefunden werden. In den meisten Fällen ist der Querschnitt dazu geeignet.

Aus der beigegebenen Flüssigkeit werden ein paar Tropfen auf eine saubere Glasplatte gegeben, der Stopfer damit angefeuchtet und ein Goldkorn drucklos aufgenommen.

Auf das erste leicht angedrückte Karatkorn wird das zweite mit gutem jedoch dosiertem Druck aufgepreßt. Das Stopfinstrument wird dabei kurz und intensiv, senkrecht zu der entstehenden Goldfläche gedrückt. Es wird grundsätzlich mit dem kleinsten Stopfer gearbeitet. Die größeren werden nur zum Aufnehmen der Goldkörner und zum ersten leichten Andrücken derselben verwendet.

Keinesfalls dürfen mit dem Instrument Rutsch-, Dreh- oder gar Rotationsbewegungen ausgeführt werden. Das Gold zeigt bei solchen Bewegungen sofort einen Glanz und verbindet sich dann nicht mehr mit den nachfolgenden Körnern. Das gleiche geschieht bei zu stark

angewandtem Druck. Es ist somit dem Druck des Instrumentes bzw. der Hand eine Grenze gesetzt, die sich auf die Härte und die gleichmäßige Kondensation der Füllung auswirkt.

Es wird nun ein Goldkorn nach dem andern in die Kavität eingebracht, und zwar beginnend an dem Winkel, wo Boden und Wand sich treffen, so daß sich zwei gegenüberliegende Schrägen bilden, die einen Keil einschließen. Wird nun dieser Keil ebenfalls mit "Karat" gestopft, so bewirkt er einen starken Druck auf die beiden wandständigen Partien.

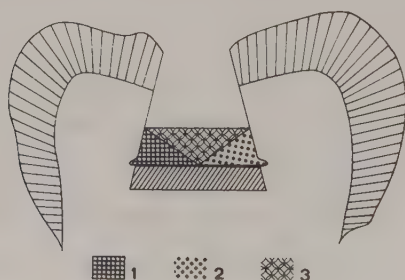


Abb. 7: Aufbau der ersten Schichten

Der Boden der Kavität ist nun bedeckt in einer Höhe von ca. einem Millimeter. Die zweite Schicht wird wie die erste aufgebaut.

Es wird so lange "Karat" aufgetragen, bis dieses die Kavität um ca. einen halben Millimeter überragt.

Die Kavitätenränder dürfen auf keinen Fall bedeckt werden, da das "Karat" dann von unten glänzend wird und dadurch an den Rändern abbröckelt.

Ist die letzte Portion gelegt, wird der Druck so gesteigert, daß das Gold eine glänzende Oberfläche zeigt. Ein Kugelstopfer wird hierbei unter Druck und rotierenden Bewegungen von der Mitte der Füllungs- oberfläche zum Rand hin geführt. Überschüssiges Metall kann mit einem feinen Steinchen oder mit einem Finierer vorsichtig entfernt werden.

Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Füllung nicht durch zu langes Polieren erwärmt wird, da sich das Volumen durch größere Temperaturschwankungen ändern kann. Die Folge wäre ein schlechter Randschluß und eine daraus resultierende Sekundärkaries.

C. Eigene Untersuchungen und Experimente

Um eine exakte Aussage über die Güte und Brauchbarkeit dieses Materials zu erhalten, haben wir experimentelle Untersuchungen unter folgenden Gesichtspunkten angestellt:

1. Verarbeitung
2. Dauerhaftigkeit
3. Politur
4. Randschluß

5. Härte

6. Indikation

Um diese Punkte zu klären, wurden 50 "Karat"-Füllungen gelegt, von denen 32 laufend kontrolliert werden konnten. Außerdem wurden mehrere Füllungen in vitro angefertigt und zu Mikrountersuchungen und Härteprüfungen verwendet. Die in vivo gelegten Füllungen wurden nach Vorschrift unter relativer Trockenlegung nur für occlusale bzw. einflächige Kavitäten verwandt. Sämtliche Füllungen wurden mit Unterfüllung gelegt, und zwar nachdem diese vollständig erhärtet war. Die Kavitätenpräparation wurde wie bereits beschrieben ausgeführt.

1. Verarbeitung

"Karat" ist relativ einfach zu verarbeiten. Pro Füllung wurden, je nach Umfang, etwa 10 bis 15 Minuten zur Applikation benötigt, ausgenommen der Kavitätenpräparation. Zu Beginn bereitet die richtige Dosierung des Stopfdruckes Schwierigkeit, die jedoch bei zunehmender Anzahl der gestopften Füllungen schnell überwunden wird.

2. Dauerhaftigkeit

Um eine Aussage über die Dauerhaftigkeit der "Karat"-Füllungen im Zahn machen zu können, wurden 32 Füllungen in zweimonatigen Abständen kontrolliert. Es handel-

te sich nur um zentrale Füllungen, und zwar wurden appliziert: 4 Füllungen in unteren Prämolaren, 15 in unteren Molaren, 9 Zahnhalsfüllungen im Bereich der unteren und oberen Frontzähne sowie 2 Füllungen im Foramen coecum der unteren Molaren. 3 Verschlüsse von Trepanationsöffnungen in Goldkronen wurden ebenfalls ausgeführt. Es zeigte sich, daß nur fünf von 32 kontrollierten Füllungen ein Jahr überdauerten und keine Anzeichen von einem Nachlassen der Dauerhaftigkeit zeigten.

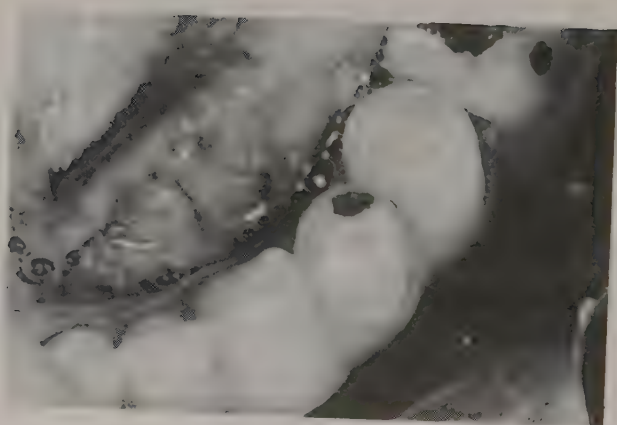


Abb. 8: "Karat"-Füllung in [4] nach
14 Monaten. Stomatoskop-
Aufnahme Vergr.: 1 : 5

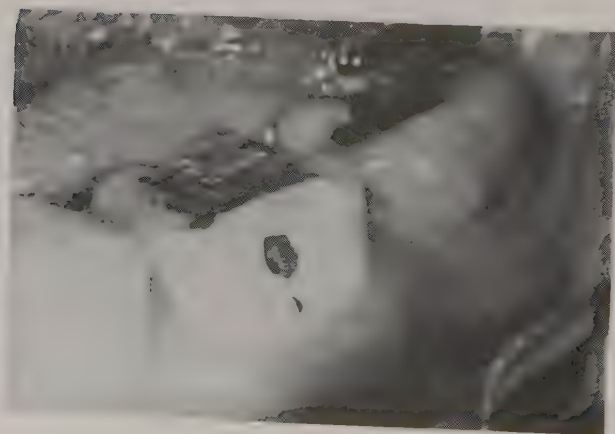


Abb. 9: "Karat"-Füllung im Foramen
coecum bei [6] nach 14 monati-
ger Liegedauer. Stomatoskop-
Aufnahme Vergr.: 1 : 5

Von den restlichen 27 Füllungen gingen nach Angaben der Patienten 16 nach vier bis 14 Tagen verloren. Vornehmlich handelte es sich dabei um größere Füllungen in unteren Molaren und um Zahnhalsfüllungen. Von den Füllungen in situ befanden sich noch drei in Zahnhälsen ($\underline{3}$, $\underline{1}$, $\underline{1}$), drei in Prämolaren ($\overline{4}$, $\overline{5}$, $\overline{5}$), zwei in trepanierten Goldkronen ($\overline{4}$, $\underline{5}$), zwei in den Foramina coeca ($\overline{6}$, $\underline{1}$) und eine in der okklusalen Fläche eines Molaren ($\overline{6}$).

Nach vier Monaten gingen weitere elf Füllungen verloren; der Reihe nach zuerst die der trepanierten Kronen ($\overline{4}$, $\underline{5}$), dann eine Molarenfüllung ($\overline{6}$), eine Zahnhalsfüllung ($\underline{3}$), eine Prämolarenfüllung ($\overline{4}$) und schließlich eine Füllung im Foramen coecum ($\underline{1}$). In situ befanden sich dann noch eine im Foramen coecum ($\overline{6}$), zwei in Prämolaren ($\overline{5}$, $\overline{5}$) und zwei in Zahnhälsen ($\underline{3}$, $\underline{1}$). Selten fielen die Füllungen in toto heraus. Sie machten vielmehr den Eindruck, in Schichten herausgeblättert zu sein.

Bei den restlichen fünf verbliebenen Füllungen fiel auf, daß sie die Größe eines Stecknadelkopfes nicht überschritten.

Die Fehlerquelle konnte sowohl beim Operateur selbst als auch am Material liegen.

Wird beim Aufbau einer Schicht der Stopfdruck zu groß gewählt, so ist die Verschweißung mit der nächsten Portion nicht vollständig und die Füllung blättert bei Belastung des Zahnes heraus; oder aber der Zug, der von bestimmten klebrigen Speisen auf die Füllung ausgeübt wird, ist stärker als die Kohäsionskraft der einzelnen Goldpartikel.

EICHNER (1964) bezeichnet den Zug, der schon von einfachen Nahrungsmitteln wie Brot oder Wurst durch die Klebekraft ausgeübt wird, mit mehreren hundert Gramm, ganz abgesehen von der bekannten Wirkung der Sahnebonbons als "Inlay- oder Plombenzieher".

In diesem Sinne könnte die Dauerhaftigkeit der "Karat"-Füllungen bei kleinster Oberfläche an nicht beanspruchten Stellen, wie beispielsweise Foramen coecum oder Prämolaren, erklärt werden.

Der Randschluß dieser Füllungen war einwandfrei. Sekundäre Karies war nicht festzustellen. Der Hochglanz war zufriedenstellend. Eine Senkung des Füllungs-niveaus konnte nicht beobachtet werden.

3. Politur

Eine ausreichende Politur wird ohne großen Zeitaufwand erreicht. Man benutzt dazu einen Kugelstopfer und arbeitet mit dem Schlagpolierer nach. Die Füllung wird dadurch gut kondensiert und ergibt einen ausge-

zeichneten Randschluß. Es ist jedoch unmöglich, eine plane Oberfläche zu erreichen. Sie erscheint in jedem Falle höckrig-glatt. Um die Unebenheiten zum Verschwinden zu bringen, wurden diese mit einem feinen Steinchen abgeschliffen und nachpoliert. Das Ergebnis war, daß sie an anderer Stelle wieder erneut in Erscheinung traten. Diese Feststellung weist darauf hin, daß der Füllungskörper nicht gleichmäßig kondensiert ist und an verschiedenen Punkten unterschiedliche Dichte bzw. Härte zeigt. Um diese Erscheinungen zu sichern, haben wir Härteprüfungen durchgeführt.

4. Randschluß

Zehn extrahierte Zähne wurden mit "Karat"-Füllungen versehen, in Kunststoff eingebettet und entsprechende Schlifflinge hergestellt.

Die Herstellung der Schlifflinge erforderte eine bestimmte Technik, auf die hier in Anlehnung an BECKENBACH (1963) näher eingegangen werden soll.

Herstellung der Schlifflinge

Zu Beginn dieses Abschnittes möchte ich kurz auf das Mikrotom zu sprechen kommen. Dieses war anfänglich für dünnste gewebliche Schichten für Biologie und Medizin gedacht. Um sie durchlichtmikroskopisch untersuchen zu können, ist eine Dicke von μ -Stärke not-

wendig. KIRCHBERG, H. (1962) schreibt, daß schon sehr früh Versuche unternommen wurden, mit dem Mikrotom Schnitte von weichen Metallen herzustellen. Es ergab sich, daß selbst dünnste Schnitte von 1 - 2 μ m nicht durchlichtmikroskopisch untersucht werden konnten, zumal außerdem stärkste Deformationen auftraten. Deshalb fand dieses Verfahren keinen Anklang.

Die ersten brauchbaren Ergebnisse konnten erzielt werden, als nicht mehr der "Schnitt", sondern die verbliebene Überschnittene und damit völlig plane Probe auflichtmikroskopisch untersucht wurde (LUCAS 1927, zit. KIRCHBERG, H.).

Die ersten Mikrotome waren jedoch nur zum Überschneiden von Kunststoff und Holz geeignet.

Um die wissenschaftlichen Methoden weiter auszubauen, wurden in den letzten Jahren sogenannte Metallmikrotome entwickelt.

Schematisch sind in der folgenden Skizze Aufbau und Wirkungsweise dargestellt.

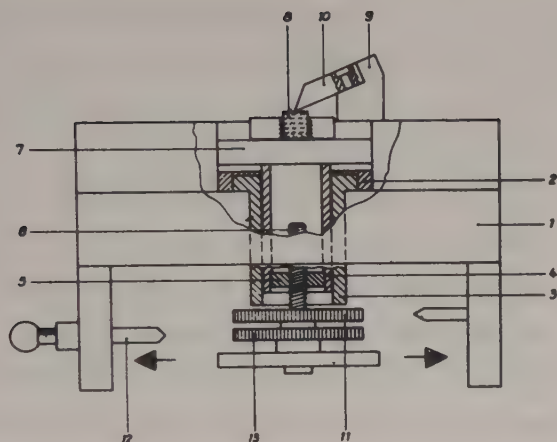


Abb. 10: Aus KIRCHBERG, H.
(1962 S. 20, Bild 2)

In dem schweren Grundgestell (1) läuft der Objektschlitten (2) in Schwalbenschwanzführung, an dem der Führungszyylinder (3) angebracht ist. In diesem bewegt sich der Objektzylinder (4), der durch die Mutter (5) mit der Mikrometerspindel (6) verbunden ist. Der Objektschlitten (2) trägt oben den Schraubstock (7) zum Einspannen der Probe (8). Das Messer (10) wird dem Messerhalter (9) angeschraubt, der mit dem Grundgestell (1) verbunden ist. Die Schlittenbewegung kann von Hand oder durch einen Elektromotor mit stufenlosem Regelgetriebe erfolgen. Durch einen Stellzahn wird ein hinter dem Messer gelegenes Ende der Schlittenbahn das mit der Mikrometerspindel (6)

verbundene Stellzahnrad (11) um eine konstante Zahl Zähne zurückgedreht und senkt dadurch den Objektzylinder mit der eingespannten Probe um einen bestimmten Betrag. Hierdurch wird vermieden, daß bei der Rückführung das Messer über die Oberfläche der Probe schleift und diese beschädigt. Am vorderen Bahnende wird durch einen verstellbaren, mit Schnittdickenskala in Unterteilung versehenen Anschlagstift (12) das zweite Stellzahnrad (13) gegenläufig zu dem Stellzahnrad (11) bewegt und hebt dadurch das Objekt zunächst um den vorher abgesenkten Betrag und zusätzlich um die eingestellte Schnittdicke. Vorschub und Absenkung erfolgen automatisch. Die Präzision des Mikrometerwerkes und die Zwangsführung ermöglicht es, in regelmäßiger Folge Schichten bis zu einer Dicke von 1μ abzuheben. Die Güte und die überschschnittene Oberfläche ist abhängig vom Material und Schliff des benutzten Messers.

Für metallographische Zwecke können nur die sogenannten Hobelmesser mit großem Keilwinkel ($70 - 80^\circ$) benutzt werden, da die sonst gebräuchliche Schneide nachgeben würde.

Da der sonst übliche Stahl für Mikrometermesser meist nicht ausreicht, sind Messer mit eingesetzter Hartmetallschneide notwendig.

Durch Karbide im Gefüge des Hartmetalls können mikro-

feine Riefen verursacht werden, die bei nachfolgendem Ätzen oder Feinstpolieren verschwinden.

Nach KIRCHBERG, H. sind die wesentlichen Vorteile des Überschneidens folgende:

1. Kein Eindrücken von Schmirgel oder Polierkörnern.
2. Kein Verschmieren bei weichen Metallen.
3. Eine bis zum äußersten Rand plane Probe.
4. Gleichmäßiges Abtragen aller Anteile auch bei sehr inhomogenen Proben.

Zur Herstellung der für unsere Untersuchung notwendigen "Schnitte" haben wir extrahierte Zähne sorgfältig eingespannt und von Hand mit einer Stahlsäge zerteilt. Dieses zeitraubende Verfahren mußte deshalb gewählt werden, weil bei einer maschinellen Durchtrennung die auftretende Reibungswärme nicht abgeführt werden kann und so die Metallstruktur verändert werden könnte.

Die zersägten Zähne wurden bis zur weiteren Verarbeitung in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Zur Verarbeitung im Mikrotom wurden die Stücke in selbstpolymerisierendem Kunststoff eingebettet, damit sie den Scherkräften der Schneide gegenüber fixiert waren. Das Probestück wurde, wie vorher besprochen, im Mikrotom überschnitten.

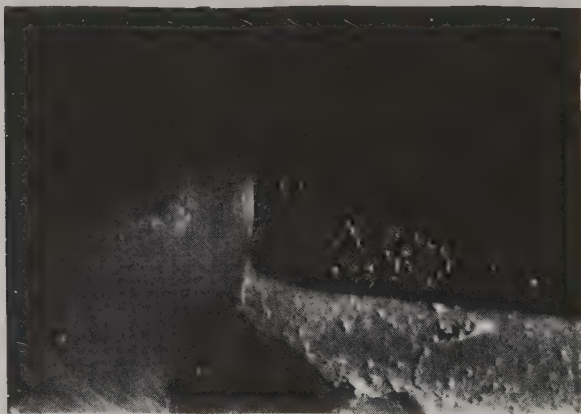
Die Benutzung des Mikrotoms hat auch nach REINACHER, G. (1957) gegenüber den klassischen Präparationsverfahren

wie Schleifen der Proben auf Schmirgelpapier und Polieren mit Tonerdepulver erhebliche Vorteile, denn die Verunreinigung der Probenoberfläche mit Schmirgel-, Papier- und Schleifpastenüberresten entfällt. Dieser Abrieb setzt sich bevorzugt in den Riefen und Klüften der grob bearbeiteten Oberfläche fest und wird dort durch Kräfte wie Adhäsion, Oberflächenspannung und elektrostatische Wechselwirkungen festgehalten und erschwert so eine mikroskopische Untersuchung.

Der Randschluß wurde dann mikroskopisch geprüft und photographisch festgehalten. Von 20 Randpartien war bei dreien kein ausreichender Randschluß gewährleistet. Das Metall ist vollkommen wandständig. Bei diesen Fällen, die nur an der Oberfläche der Randpartie eine kleine Läsion zeigten, kann der Fehler mit Sicherheit auf mangelnde Sorgfalt beim Polieren zurückgeführt werden. Möglicherweise wurden diese Läsionen beim Schneiden der Zähne gesetzt.

"Karat"

Zement-
Unter-
füllung



Schmelz

Abb. 11: Randschlußpartie einer Molaren-
"Karat"-Füllung Vergr.: 1 : 25

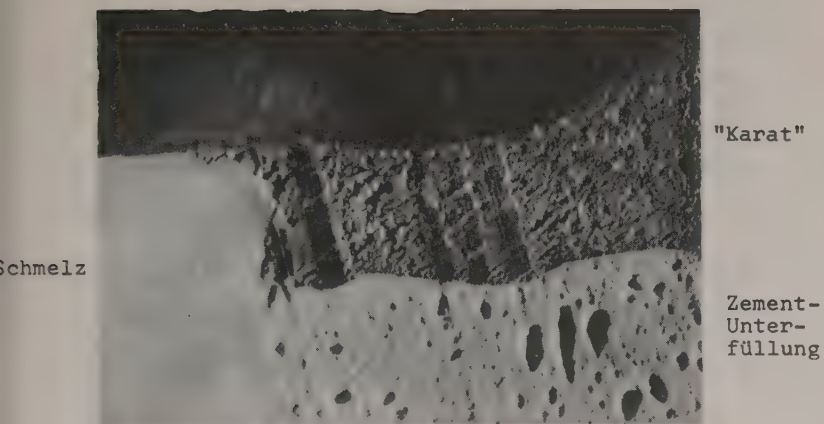


Abb. 12: Randschlußpartie einer "Karat"-
Füllung in einem Prämolaren.
Die Lufteinschlüsse in der Unter-
füllung sind ohne Bedeutung.
Vergr.: 1 : 25

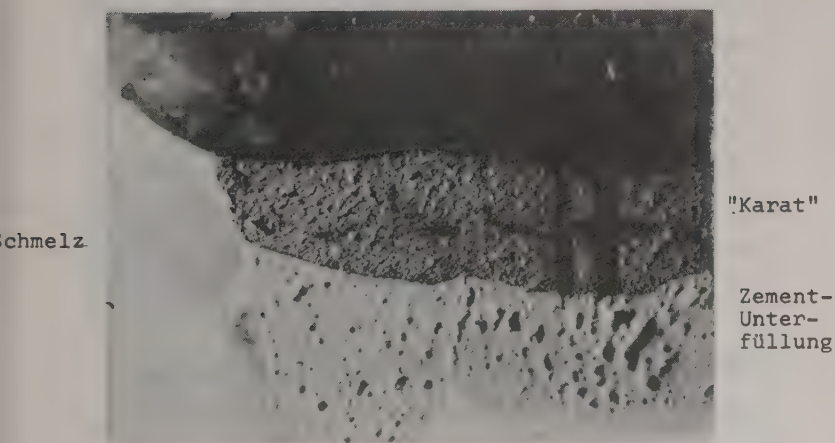


Abb. 13: Randschlußpartie einer "Karat"-
Füllung in einem Molaren. Die
Poren der Unterfüllung sind ohne
Bedeutung
Vergr.: 1 : 25

Den Beweis für den ausgezeichneten Randschluß von "Karat" erbrachte ROST (1964 und 1965), der Farbstoffversuche mit Methylenblau anstellte. Die Versuche wurden, um den Verhältnissen in vivo möglichst nahe zu kommen, an frisch extrahierten Zähnen vorgenommen, die bis zu ihrer baldigen Verwendung in physiologischer Kochsalzlösung lagen. Der Durchmesser eines Methylenblaumoleküls liegt bei $0,45 \text{ m}\mu$.

Der einzelne Zahn wurde wie im Munde üblich präpariert und mit dem 24-karätigen Stopfgold gefüllt. Dann wurden die Zähne in eine Methylenblau-Lösung eingebracht und für zehn Tage darin belassen. Sie wurden dann gespalten. Die Spaltung erfolgte mit einem Schmelzmeisel, nachdem vorher beiderseits entlang der Wurzel mit der Diamantscheibe eine Rille gezogen worden war.

Es ergab sich, daß keinerlei Testlösung zwischen Zahn und Füllung, wie auch in der Füllung selbst, festzustellen war.

Aus dem Ergebnis dieser Untersuchung kann nach ROST (1964) gefolgert werden, daß der Randschluß und die polierte Oberfläche von "Karat" so dicht ist, daß es für Moleküle mit einem Durchmesser von $0,45 \text{ m}\mu$ unmöglich ist einzudringen.

5. Härte

Um Aufschluß über die Dichte bzw. Härte von "Karat" zu bekommen, wurden sechs Füllungen in extrahierte Zähne appliziert und nach dem bereits beschriebenen Verfahren geschliffen.

Zunächst wurden die Zähne makroskopisch untersucht. Es zeigte sich, daß die Füllungen eine glänzende, kondensierte Oberflächenschicht aufweisen. Der darunter liegende Teil zeigte sich rau und porös.



Abb. 14:
Die kondensierte Oberflächenschicht ist schon bei einer Vergrößerung von 1 : 5 gut erkennbar.

Die Vermutung lag nahe, daß die obere Schicht die übrige Füllung an Härte übertrifft. Um dies zu beweisen und um überhaupt festzustellen, wie hart "Karat"-Füllungen sind, wurden diese mit Hilfe des "Durimet-Härteprüfer" von LEITZ untersucht.

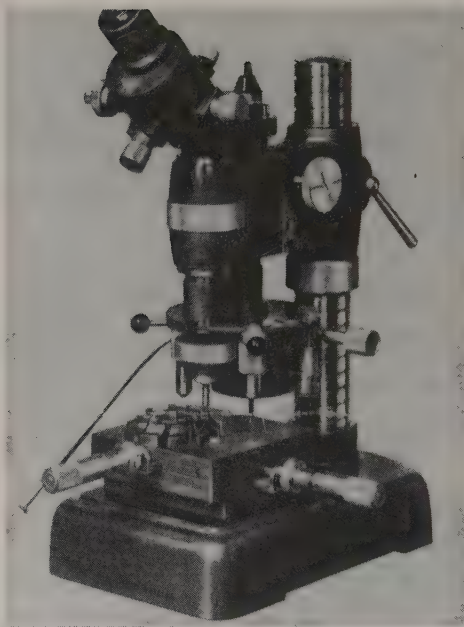


Abb. 15:
Kleinhärte-
prüfer
"Durimet"
(nach Firmen-
prospekt).

Vor der Härteprüfung wurden Präparate auf verschiedenen Polierscheiben vollkommen plan hochglanzpoliert. Die Politur erfolgt in mehreren Arbeitsgängen, auf horizontal rotierenden Scheiben, die mit verschiedenen Polierpasten beschickt werden, deren Korngröße laufend abnehmen. Eine Filzscheibe sorgt zum Schluß für einen intensiven Hochglanz.

Der "Durimet" besitzt einen Prüfdiamanten in Form einer gleichseitigen Pyramide. Dieser Diamant wird mit einem bestimmten Druck in das zu untersuchende Metall gedrückt. Er hinterläßt einen seiner Form entsprechenden Eindruck, der in seiner Größe von

der Härte des zu prüfenden Metalls abhängig ist. Es entsteht also im Metall ein auf dem Kopf stehendes Quadrat.

Mit einer Feinmeßeinrichtung werden die Diagonalen des Quadrates in μ gemessen, der Mittelwert errechnet und quadriert. Dieser wird in die Vickersformel

$$HV = \frac{1854,4 \times P}{d^2}$$

eingegliedert. P ist die Prüfkraft und betrug in unserem Falle 50 Gramm. Die Vickershärte drückt sich aus in kg/mm^2 . An sechs Füllungen wurden 72 Messungen vorgenommen. Vier der Messungen wurden in der kondensierten Oberflächenschicht, die restlichen acht Messungen wurden beliebig, jedoch symmetrisch auf die übrige Füllung verteilt. Die so getesteten Füllungen zeigten folgendes Bild mit den in kg/mm^2 eingetragenen Werten:

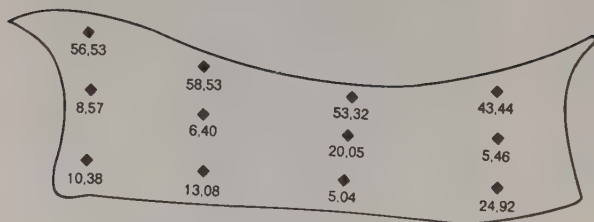


Abb. 16: Füllung 1 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

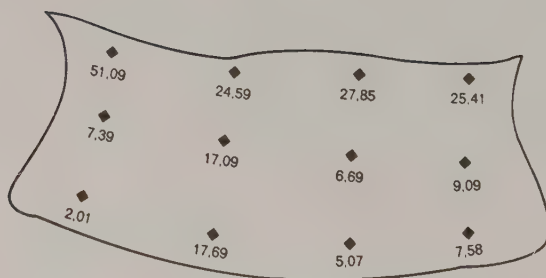


Abb. 17: Füllung 2 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

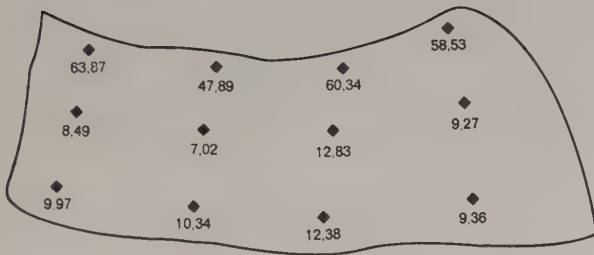


Abb. 18: Füllung 3 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

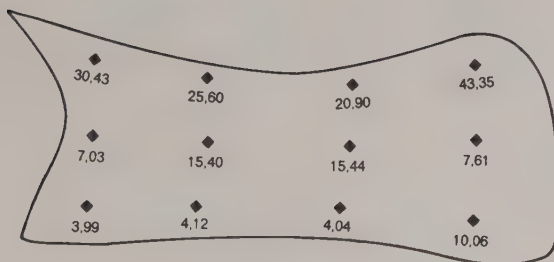


Abb. 19: Füllung 4 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

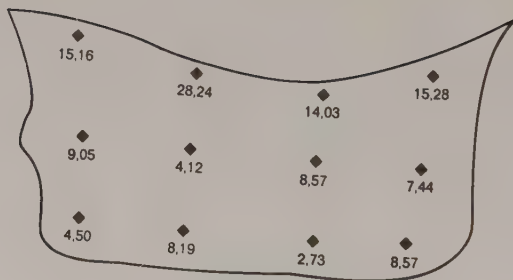


Abb. 20: Füllung 5 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

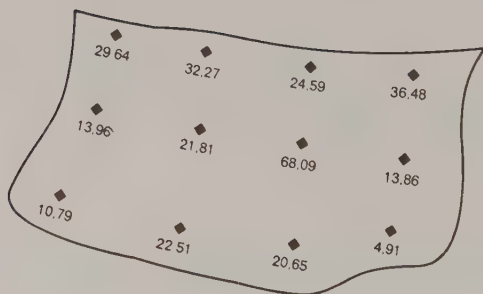


Abb. 21: Füllung 6 mit den ermittelten Werten in kg/mm^2

Die Meßergebnisse beweisen, daß die obere Schicht durchweg härter ist als die übrige Füllung. Die Füllung kann also ihrer Härte nach in zwei Teile geteilt werden. Es wurde nun von jedem Teil ein Mittelwert errechnet, um die durchschnittliche Härte der beiden Teile aufzuzeigen. Außerdem wurde die Standardabweichung nach der Formel

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x - x_i)^2}{(n - 1)}}$$

berechnet. Die Standardabweichung gibt an, um wieviel die gemessenen Werte im Durchschnitt vom Mittelwert schwanken. Auf eine weitere statistische Auswertung wurde verzichtet, da in dieser Arbeit nur die gemessenen Werte interessieren.

Sämtliche Werte wurden dann in Tabellen zusammengefaßt.

Füllung 1

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
kondens. Oberfl.	56,53 58,53 53,32 43,44	52,95	6,69
übrige Füllung	8,75 6,40 20,05 5,46 10,38 13,08 5,04 24,92	11,74	7,25

Füllung 2

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
kondens. Oberfl.	51,09 25,59 27,85 25,41	32,23	12,45
übrige Füllung	7,39 17,09 6,69 9,09 2,01 17,69 5,07 7,58	9,07	5,54

Füllung 3

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
Kondens. Oberfl.	63,87 47,89 60,34 58,53	57,65	6,88
Übrige Füllung	8,49 7,02 12,83 9,27 9,97 10,43 12,38 9,36	9,95	1,92

Füllung 4

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
Kondens. Oberfl.	30,43 25,60 20,90 43,35	30,07	8,37
Übrige Füllung	7,03 15,40 15,44 7,61 3,99 4,12 4,04 10,06	8,46	4,79

Füllung 5

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
Kondens. Oberfl.	15,16 28,24 14,03 15,28	18,18	6,73
Übrige Füllung	9,05 4,12 8,57 4,50 8,19 2,73 8,57 7,44	6,65	2,46

Füllung 6

	Einzel- werte kg/mm ²	Mittel- werte kg/mm ²	Standard- abweichung kg/mm ²
Kondens. Oberfl.	29,64 32,27 24,59 36,48	30,74	4,97
Übrige Füllung	13,69 21,81 28,09 13,68 10,79 22,51 20,65 4,91	17,07	7,52

Zusammenfassung der Mittelwerte
und der Standardabweichung.

Füllg.	Mittel- werte kg/mm^2	Standard- abweichung kg/mm^2
1	52,95 11,74	6,69 7,25
2	32,23 9,07	12,45 5,54
3	57,65 9,95	6,88 1,92
4	30,07 8,46	8,37 4,79
5	18,18 6,65	6,73 2,46
6	30,74 17,07	4,97 7,52

6. Die Indikation

Bei der Beurteilung eines jeden neuen Materials spielt die Indikation eine nicht unwesentliche Rolle. Der Hersteller des "Karat"-Stopfgoldes gibt folgenden Indikationsbereich an: "Grundsätzlich nur zu verwenden bei geschlossenen Kavitäten, keine m. o. keine m. o. d.-Füllungen. Für cervikale Kavitäten, trepanierte, überkronte Stümpfe, alte Inlays mit sekundärer Karies, Inlays mit schlechtem Randschluß und für Kronen und Brückenteile mit schadhafte Stellen, ebenfalls für Inlays in Kunststoff- und Porzellan-zähnen."

Dieser Indikationsbereich wird jedoch ausdrücklich auf kleine Defekte beschränkt. Die vorliegenden Versuche führten jedoch zu einer weiteren und ganz erheblichen Einschränkung der Indikation.

Als ungeeignet zeigte sich "Karat" für den Verschluß von trepanierten Kronen, da der Kronendeckel arbeitet, die Füllungs-ränder beschädigt werden und die Füllung nach und nach herausbröckelt. Das Material ist jedoch für Verschlüsse dieser Art, die keine definitive Lösungen darstellen, wenn auch unter Vorbehalten, geeignet. Bei Inlays, die einen schlechten Randschluß aufwiesen, ist in jedem Falle die Neuanfertigung des Inlays die bessere Lösung.

Das gleiche gilt für schadhafte Kronen- und Brückenteile. Die Indikation beschränkt sich also nur auf:

1. Kleine occlusale Kavitäten an nicht stark belasteten Stellen.
2. Kleine cervikale Kavitäten.
3. Verschluß des Foramen coecums.
4. Verschluß trepanierter Kronen als provisorische Lösung.

D. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wird über ein neues 24-karätiges Stopfgold "Karat" berichtet. Seine Indikation beschränkt sich auf einflächige Kavitäten der Klasse I und V nach BLACK, sowie auf den vorübergehenden Verschluß von trepanierten Goldkronen. Die Präparation wird untersichgehend gestaltet.

Das Material wurde untersucht auf Verarbeitung, Dauerhaftigkeit, Politur, Härte und Randschluß.

Von 32 Füllungen, die über einen Zeitraum von 14 Monaten beobachtet wurden, waren nur noch 5 Füllungen in situ.

Die Härte des Materials wurde mit dem Kleinhärteprüfer "Durimet" an sechs Füllungen ermittelt.

Je vier Messungen wurden an der kondensierten Oberfläche und acht Messungen im Füllungskörper ausgeführt, der bei den überschrittenen Füllungen stark porös erscheint. Insgesamt konnten 72 Messungen durchgeführt werden. Daraus wurden Mittelwerte und Standardabweichungen ermittelt.

Es zeigte sich, daß alle Mittelwerte der kondensierten Oberfläche von denen der porösen Restfüllung abweichen. Die größte Abweichung liegt bei $47,70 \text{ kg/mm}^2$. Bei keiner der Füllungen erreichte ein Wert des porös erscheinenden Anteils die Werte der glänzenden Schicht. Die innerhalb einer Füllung untereinanderliegenden Werte zeigten stark voneinander abweichende Resultate. Aus dieser ungleichmäßigen Dichte des Füllungsmaterials erklärt sich die höckrige Oberfläche.

Darüber hinaus wurde die Standardabweichung der oberen Schicht zu der Restfüllung ermittelt, um die durchschnittliche Schwankung der Einzelwerte vom Mittelwert zu zeigen.

Mit "Karat" wurde ein Füllungsmaterial auf den Markt gebracht, das weder die Inlaytechnik noch die Hämmerfüllung ersetzen kann.

E. Literaturverzeichnis und Literaturangaben

- Beckenbach, W.: Mikroskopische und röntgenfluorimetrische Untersuchungen an amalgamgefüllten Zähnen.
Mainz 1963, S.4-7
- Black, G. V.: Konservierende Zahnheilkunde
Berlin 1941, S. 133 - 138
- Eichner, K.: Ergebnisse und Erfahrungen mit Karat-Pure-Gold.
Dt. Zahnärztl. Zschr. 19,
858 - 864 (1964)
- Flaschentreher, M.: Eine neue Technik des Goldfüllens
Zahnärztl. Welt/Reform,
16, 327 (1962)
- Freyberger, P.: Moderne Goldfüllungstechnik
Österr. Zschr. Stomat. 59,
372 - 376 (1962)
- Kirchberg, H.: Aufbau und Anwendung der Metallmikrotome
Mikrotom Nachr. Heidelberg 1962,
S. 19 - 24
- Münch, F. C.: Die Goldstopffüllung, eine unbestreitbare Bereicherung der Zahnfüllmethoden
Dt. Zahnärztl.Zschr. 16, 179 (1962)

- Rebel, H. H.: Konservierende Zahnheilkunde
München 1947, S. 260 - 262
- Reinacher, G.: Metallographische Präparation von
Edelmetallproben durch elektroly-
tisches Wischpolieren.
Zschr. Metallkde. 48, 162 - 170 (1957)
- Rost, A.: Retrograde Wurzelfüllung mit 24-ka-
rätigem Gold.
Dtsch. Zahnärztebl. 18, 575, (1964)
Dt. Zahnärztl. Z. 20, 285 - 287 (1965)
Zahnärztl. Mitteilg. 54, 827 (1964)
- Walkhoff, O.: Die physikalisch technologischen
Grundlagen der Blattgoldfüllung.
Leipzig 1916, S. 24 - 30
- Walkhoff, O. und
W. Hess: Lehrbuch der konservierenden
Zahnheilkunde.
Leipzig 1960, S. 160 - 167

Lebenslauf

Ich, Klaus Weller, wurde am 30. 3. 1937 in Schwäbisch Hall als zweiter Sohn von vier Kindern dem Zahnarzt Eugen Weller und seiner Ehefrau Lydia Weller, geborene Backfisch, geboren.

Im Frühjahr 1958 legte ich die Reifeprüfung ab und begann an der Universität Heidelberg das Studium der Zahnheilkunde.

Nach vier Fachsemestern wechselte ich dann im Sommersemester 1960 über zur Johannes Gutenberg-Universität in Mainz.

Dort legte ich im August 1963 das Zahnmedizinische Physik ab.

Nach Beendigung von fünf klinischen Semestern an der Johannes Gutenberg-Universität schloß ich im August 1964 mein Studium mit dem Staatsexamen ab.

Mainz, den 5. 1. 1965

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. Riethe
für die Überlassung des Themas und
seine wertvolle Unterstützung.

Darüber hinaus danke ich der Firma
DEGUSSA für die Herstellung der
Schnitte.

Inhaltsübersicht

	<u>Seite</u>
A.	
I. Vergleichende Betrachtungen über die Blattgoldfüllung und das neue Stopfgold "Karat".	2
II. Der Mechanismus der kohäsiven Goldfüllung.	3
B.	
I. Material und Methodik.	5
II. Die Präparation der Kavität.	7
III. Das Legen der Füllung.	10
C.	
Eigene Untersuchungen und Experimente.	12
1. Verarbeitung	13
2. Dauerhaftigkeit	13
3. Politur	17
4. Randschluß	18
5. Härte	26
6. Indikation	37
D.	
Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.	38
E.	
Literaturverzeichnis und Literatur- angaben.	40

